

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2001年11月29日(29.11.2001)

PCT

(10)国際公開番号
WO 01/90832 A1(51)国際特許分類:
G05B 19/414, 19/418区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo
(JP).(21)国際出願番号:
PCT/JP00/03243(74)代理人: 宮田金雄, 外(MIYATA, Kaneo et al.); T
100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱
電機株式会社内 Tokyo (JP).(22)国際出願日:
2000年5月22日(22.05.2000)

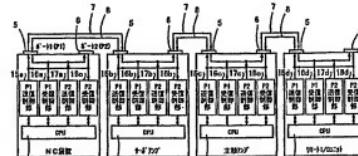
(81)指定国(国内): JP, KR, US.

(25)国際出願の言語:
日本語(84)指定国(広域): ヨーロッパ特許(AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).(26)国際公開の言語:
日本語添付公開書類:
— 國際調査報告書(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 三
菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI
KAISHA) [JP/JP]; T 100-8310 東京都千代田区丸の内
二丁目2番3号 Tokyo (JP).2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイドスノート」を参照。

(72)発明者: および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 東 和彦(HI-
GASHI, Kazuhiko) [JP/JP]; T 100-8310 東京都千代田(54)Title: NUMERICAL CONTROL SYSTEM, AND METHOD OF ESTABLISHING COMMUNICATION TIMING IN NU-
MERICAL CONTROL SYSTEM

(54)発明の名称: 数値制御システムおよびこの数値制御システムにおける通信タイミングの設定方法



- 1a... DEVICE
2a... SERVO AMPLIFIER
3a... SPINDLE AMPLIFIER
4a... REMOTE I/O UNIT
15a... P1 TRANSMISSION CONTROL
15b... P1 TRANSMISSION CONTROL
15c... P1 TRANSMISSION CONTROL
15d... P1 TRANSMISSION CONTROL
15e... P1 TRANSMISSION CONTROL
15f... P1 TRANSMISSION CONTROL
16a... P1 RECEPTION CONTROL
16b... P1 RECEPTION CONTROL
16c... P1 RECEPTION CONTROL
16d... P1 RECEPTION CONTROL
16e... P1 RECEPTION CONTROL
16f... P1 RECEPTION CONTROL
17a... P2 RECEPTION CONTROL
17b... P2 RECEPTION CONTROL
17c... P2 RECEPTION CONTROL
17d... P2 RECEPTION CONTROL
17e... P2 RECEPTION CONTROL
17f... P2 RECEPTION CONTROL
18a... P2 TRANSMISSION CONTROL
18b... P2 TRANSMISSION CONTROL
18c... P2 TRANSMISSION CONTROL
18d... P2 TRANSMISSION CONTROL
18e... P2 TRANSMISSION CONTROL
18f... P2 TRANSMISSION CONTROL
19a... P2 RECEPTION CONTROL
19b... P2 RECEPTION CONTROL
19c... P2 RECEPTION CONTROL
19d... P2 RECEPTION CONTROL
P1... PORT1
P2... PORT2

(57)Abstract: A numerical control system comprises a numerical control device (1a), and peripheral equipment including any of a servo amplifier (2a), a spindle amplifier (3a) and a remote I/O unit (4a). The numerical control device (1a) and the peripheral equipment are connected through a communication cable including two pairs of data transmission cables (7) and reception cables (8). The period of a communication between the numerical control device (1a) and the peripheral equipment (including any of a servo amplifier (2a), a spindle amplifier (3a) and a remote I/O unit (4a)) is divided into a plurality of subcycles, and data processing is performed during individual subcycles.

WO 01/00000 A1

[締葉有]



(57) 要約:

数値制御装置（1 a）と、サーボアンプ（2 a）、主軸アンプ（3 a）およびリモート I/O ユニット（4 a）の内の少なくともいずれか 1 台以上からなる周辺装置とを有する数値制御システムにおいて、送信用データ伝送ケーブル（7）および受信用データ伝送ケーブル（8）の 2 対のデータ伝送ケーブルで構成される通信ケーブルで、数値制御装置（1 a）と周辺装置とを接続し、数値制御装置（1 a）と周辺装置（サーボアンプ（2 a）、主軸アンプ（3 a）およびリモート I/O ユニット（4 a）の少なくとも 1 台以上からなる）との間の通信周期を複数のサブ周期に分割し、複数のサブ周期でデータ処理を行なう。

明細書

数値制御システムおよびこの数値制御システムにおける通信タイミングの設定方法

5

技術分野

この発明は、数値制御（Numerical Control；以下、NCと記す）装置とサーボアンプ、主軸アンプおよびリモートI/Oユニットの内の少なくともいずれか1台以上からなる周辺装置とを、送信用および受信用の2本のデータ伝送ケーブルで構成される通信ケーブル10 1本で直列接続（ダイジーチェーン（daisy chain）接続とも呼ぶ）し、数値制御装置と周辺装置との間で時分割通信を行うようにした数値制御システム（以下、NCシステムと記す）およびこの数値制御システムにおける通信タイミングの設定方法に関するものである。

15

背景技術

第18図は従来例としてのNC装置の構成を示した図で、NC装置内の各構成要素間をネットワークで接続したものである。図において、50は数値制御部（以下、NC部と記す）、51はNC装置全体を制御する数値制御手段（以下、NC手段と記す）、52は工作機械を制御するPMC制御手段、53はネットワーク60を制御する第1ネットワーク制御部、54a、54bは軸制御部、55a、55bはサーボ駆動系の制御を行う軸制御手段、56a、56bはネットワーク60を制御する第2ネットワーク制御部、57は画面制御部、58はCRT/MDI等の入出力装置の制御を行う画面制御手段、59はネットワーク60を制御する第3ネットワーク制御部である。NC装置は、NC部50と、軸

制御部 54 a, 54 b と、画面制御部 57 とで構成され、これらの構成要素がネットワーク 60 で接続されている。

第 19 図は従来例としての NC 装置、駆動アンプおよびリモート I/O ユニットの接続を示す図である。図において、61 は NC 装置、62 (62 a, 62 b) はサーボモータ (図示せず) を駆動するサーボアンプ、63 (63 a, 63 b) は主軸モータ (図示せず) を駆動する主軸アンプ、64 (64 a, 64 b) は NC 装置 61 の外部 I/O としてのリモート I/O ユニット、65 (65 a, 65 b) はラインインターミナルである。また、66 (66 a~66 f) は局アドレスと通信時間を割り当てるために、NC 装置 61 に接続されるサーボアンプ 62、主軸アンプ 63 およびリモート I/O ユニット 64 に装備される ID 設定用スイッチである。また、67 (67 a, 67 b) はリモート I/O ユニット 64 に装備される通信ハードウェア設定用スイッチである。

また、70 は NC 装置 61 からサーボアンプ 62、主軸アンプ 63 (以下、駆動アンプと記す) への通信用のデータ伝送ケーブル、71 は駆動アンプから NC 装置 61 への通信用のデータ伝送ケーブル、72 は非常停止信号用のデータ伝送ケーブル、73 はサーボアラーム用のデータ伝送ケーブルである。サーボ通信線 74 は、上述のデータ伝送ケーブル 70 ~ 73 の 4 対により構成される。また、リモート I/O 通信線 76 は、NC 装置・リモート I/O ユニット間通信用のデータ伝送ケーブル 75 から構成される。

NC 装置 61 は、駆動アンプ (サーボアンプ 62、主軸アンプ 63) とサーボ通信線 74 により接続され、終端にはラインインターミナル 65 a が接続される。また、NC 装置 61 はリモート I/O ユニット 64 とリモート I/O 通信線 76 により接続され、終端にはラインインターミナル 65 b が接続される。

第 20 図は従来例としての N C 装置と駆動アンプとの直列接続を示す図である。図において、6 1 は N C 装置、6 2 (6 2 a, 6 2 b) はサーボアンプ、6 3 (6 3 a, 6 3 b) は主軸アンプ、7 7 は送信制御部、
5 7 8 は受信制御部である。図に示すように、N C 装置 6 1、サーボアンプ 6 2 (6 2 a, 6 2 b) および主軸アンプ 6 3 (6 3 a, 6 3 b) は、一対の送信制御部 7 7、受信制御部 7 8 を有している。

第 21 図は従来例としての N C システムの通信（1 通信周期）を示す
10 図で、(a) は N C 装置と駆動アンプとの間の通信（1 通信周期）を示す図で、(b) は N C 装置とリモート I/O ユニットとの間の通信（1 通信周期）を示す図である。

図 (a) において、8 0 (8 0 a, 8 0 b) は N C 装置から駆動アンプへ送信される通信フレーム、8 1 (8 1 a ~ 8 1 g) は駆動アンプから N C 装置へ送信される通信フレームである。N C 装置・駆動アンプ間の通信は、第 19 図に示すようにデータ伝送ケーブル 7.0 およびデータ伝送ケーブル 7.1 の 2 対による双方向全二重通信方式である。

データ伝送ケーブル 7.0 を使用する N C 装置から駆動アンプへの通信において、マスター局である N C 装置 6 1 は、通信周期中の任意の時間に通信フレーム 8 0 を、送信先となる駆動アンプに対し任意の個数送信する。スレーブ局となる駆動アンプは、第 20 図に示す受信制御部 7 8 で常に N C 装置 6 1 から送信される通信フレーム 8 0 を監視していて、自分宛の通信フレームであった場合に受信を行なう。

また、データ伝送ケーブル 7.1 を使用する駆動アンプから N C 装置への通信においては、複数の駆動アンプのいずれもがマスター局となることがあるため、通信周期を複数の駆動アンプで時分割して共有し、マス

ター局となる駆動アンプは割り当てられた分割通信時間に、通信フレーム 8 1 (8 1 a～8 1 g) を送信する。スレーブ局となる NC 装置 6 1 は、異なるマスター局から送信される通信フレーム 8 1 を分割通信時間毎に受信する。

- 5 図 (b)において、8 2 (8 2 a～8 2 e) は NC 装置 6 1 からリモート I/O ユニット 6 4 へ送信される通信フレーム、8 3 (8 3 a～8 3 e) はリモート I/O ユニット 6 4 から NC 装置 6 1 へ送信される通信フレームである。NC 装置・リモート I/O ユニット間通信は、第 1 9 図に示すように NC 装置・リモート I/O ユニット間通信用データ伝 10 送ケーブル 7 5 をマスター局となる NC 装置 6 1 と複数のリモート I/O ユニット 6 4 で共有する半二重通信方式であり、通信周期を時分割して送信する。

- 15 NC 装置 6 1 あるいは複数のリモート I/O ユニット 6 4 のうちの一つがマスター局となり、通信フレーム 8 2 あるいは通信フレーム 8 3 を送信する。マスター局でない機器は、全てスレーブ局として送信された通信フレーム 8 2 を監視していて、送信された通信フレーム 8 2 が自分宛であった場合に受信を行う。

- 20 上述の図 (a) および図 (b)において、駆動アンプ、リモート I/O ユニットから NC 装置への通信においては、複数の駆動アンプ、リモート I/O ユニットのいずれもがマスター局となることがあるため、駆動アンプ、リモート I/O ユニットから NC 装置への時分割通信を行うためには、複数の駆動アンプ、リモート I/O ユニットが時分割された通信時間を重複して使用しないように通信時間を割り当てる必要があり、ID 設定用スイッチ 6 6 によって ID 番号を指定することにより、局ア 25 ドレスと通信時間の割り当てを行う。

第 2 2 図は従来例としての通信フレームの構成を示す図である。スレ

一ブ局が複数存在する場合においては、スレーブ局に固有の局アドレスを与える、マスター局から特定のスレーブ局を指定して、そのスレーブ局のみに通信を行う。図において、84は開始フラグ、85は局アドレス、86はデータ、87はCRC(cyclic redundancy check)、88は終了フラグである。スレーブ局は、送信された通信フレームの局アドレス85を監視していて、あらかじめ割り付けられた局アドレスと一致した場合またはスレーブ局全体を指定するアドレスであった場合に受信を行なう。

上述のように、従来のNCシステムにおいては、第21図(a)、(b)に示すように、NC装置と駆動アンプとの間の通信と、NC装置とりモートI/Oユニットとの間の通信とでは、通信周期など通信方法が異なるために、第19図に示すように、駆動アンプとリモートI/Oユニットは別々の伝送線路によりNC装置に接続していたので、ケーブル数の増加、配線の複雑化の要因となるという問題点があった。

第23図は従来例としてのNCシステムの通信(1通信周期)を示す図である。駆動アンプとリモートI/Oユニットからなる複数の周辺装置で、通信周期を時分割通信することにより、通信周期が異なる駆動アンプおよびリモートI/Oユニットを、同一伝送線路に接続して通信を行うようにしたもので、上述の第19図のように駆動アンプ用の通信ケーブルとリモートI/Oユニット用の通信ケーブルと異なっていた複数の通信線を、1本に集約したものである。

NC装置から周辺装置(サーボアンプ、主軸アンプ、リモートI/Oユニット)への通信、および周辺装置からNC装置への通信フレームの通信時間の使用状態を示すものである。図において、89(89a~89f)はNC装置から周辺装置への通信フレーム、90(90a~90e)

f) は周辺装置から N C 装置への通信フレームである。

N C 装置から周辺装置への通信は、N C 装置がマスター局となり、スレーブ局となる周辺装置に対し通信を行なう。図に示すように、マスター局となる N C 装置より、通信周期内の任意の時間に通信フレーム 8 9
5 が outputされる。

また、周辺装置から N C 装置への通信では、周辺装置のいずれもマスター局になりうるため、通信周期を時分割し、分割した通信時間を周辺装置に重複しないように割り当てる。周辺装置は割り当てられた時間のみマスター局となりスレーブ局となる N C 装置に対し通信を行なう。図
10 に示すように、マスター局となる周辺装置から、各マスター局の割り当て時間内に N C 装置への通信フレーム 9 0 が outputされる。

上述のように、通信周期の異なる周辺装置を同一伝送線路に接続して通信を行うことができるが、マスター局となる周辺装置で時分割通信を行う場合には、最も短い通信周期に合わせて通信を行う必要があり、短
15 い通信周期を必要としない機器にも通信時間が割り当てられてしまい効率が悪くなるという問題点があった。

また、従来の N C システムにおいては、第 1 9 図に示すように、N C
20 装置と駆動アンプ間の通信においては、データ送受信用の 2 対のデータ伝送ケーブルの他に、通常の通信時には使用されない非常停止信号の通知のための 2 対のデータ伝送ケーブルを使用していたため、機能、使用頻度に対してコスト高となるという問題点があった。また、これらのケーブルは配線複雑化の要因になるという問題点もあった。

また、非常停止信号専用の通信フレームを設け、データ送受信用の 2
25 対のデータ伝送ケーブルを使用して通信周期中に非常停止信号を通信で送受信することにより、非常停止信号の通知のための 2 対のデータ伝送

ケーブルを省略することが考えられる。しかし、非常停止信号を専用の通信フレームで送信する場合には、通信周期中に非常停止信号専用の通信フレームを入れる時間を割り当てなければならず、時間的余裕がないと使用できないという問題点があった。さらに、非常停止情報伝達のリアルタイム性を確保するためには、通信周期中に非常停止信号専用の通信フレームを複数回入れる必要があり、通信周期中に非常停止信号専用の通信フレームを複数回入れる時間的余裕がないと、非常停止情報の迅速な情報伝達が行なえないという問題点もあった。

また、非常停止信号専用の通信フレームを設けず、通常の通信で使用する通信フレーム中に非常停止情報を付加して送信する場合には、非常停止情報をリアルタイムで検出するためには、送信された通信フレーム全てに対して非常停止情報の有無を確認する必要がある。送信された通信フレーム全てに対してデータ取り込み等の処理のため、CPUの処理が待たされ、CPU性能が低下するという問題点があった。

また、非常停止情報伝達のリアルタイム性を確保するために高速伝送に対応した光伝送モジュールを使用することが考えられる。

しかしながら、サーボアンプ、主軸アンプからなる複数の駆動アンプに光伝送モジュールを使用した直列接続によりデータ伝送を行う場合、光ファイバケーブル中は光信号で高速伝送であるが、駆動アンプ内では光信号受信後、受信した光信号を電気信号に変換し、変換した電気信号からデータ成分・クロック成分を抽出し、それを一旦バッファに記憶した後、改めて送信クロックに同期させて送信する必要があるので、伝送遅延が発生する。この伝送遅延は、接続された駆動アンプの台数分だけ累積するため、通信周期毎にNC装置から駆動アンプに対し同期信号を送信しても、接続される位置(NC装置から何番目に接続されているか)によって同期信号受信時間にタイムラグが発生してしまい、駆動アンプ

が同期信号受信した瞬間に同期処理を行っても、駆動アンプ間で同期タイミングがずれてしまうという問題点があった。

第24図は従来例としての光伝送モジュールを使用した通信における通信制御用バッファ部の動作を示す図である。図において、91は32ビット FIFO（先入れ先出し、first-in first-out）によって構成された通信制御用バッファ部、92は書込みポインタ、93は読み出しポインタである。

書込みポインタ92は、受信データのクロック成分に同期して受信データを1ビット書込み、ポインタを1ビットシフトする。また、読み出しポインタ93は、送信データのクロック成分に同期して通信制御用バッファ部から1ビット読み出し、ポインタを1ビットシフトする。書込みポインタ92の移動速度と読み出しポインタ93の移動速度とは一致しないため、例えば送信クロック成分が受信クロック成分より早い場合には、読み出しポインタ93が書込みポインタ92を追い越してしまい、誤ってフラグのビットパターンが発生してしまうことになる。有効データを処理している時に、誤ってフラグのビットパターンが発生しないようにするために、1回の送信フレームのデータ数をポインタの追い越し現象が起きない程度の量に制限するとともに、フレームのフラグ受信毎に書込みポインタ92を読み出しポインタ93から16ビット離すといった方法を使用していた。

また、高速伝送に対応した光伝送モジュールでは、受信データのデータ成分・クロック成分を正常に抽出するために、例えば「伝送データ中の“1”または“0”的連続数は7以下とすること」、「伝送データ中の“1”と“0”的出現率は50%」といった送受信するデータ中のビット構成について制限が設けられている。また、一般に送信フレームの先

頭と末尾にフラグを配するといった手法が使用されるが、例えばフラグとしてのビットパターンに“01111110”のようなビット構成を選択し、かつ、これを複数回送受信すると、“1”的出現率が“0”的出現率に対して非常に高くなってしまい、光伝送モジュールでの送受信性能が著しく低下し、正常にデータ成分・クロック成分の抽出が行われなくなるという問題点があった。
5

また、スイッチによりID番号設定を行い、局アドレス及び時分割通信の通信時間（送信タイミング）を指定する方法は、最大接続可能数が
10 増えてくるにつれ、スイッチを含む部品の増加によるコストアップ、設定作業の煩雑化、設定時間の増大、人為的な設定ミスの増加という問題点があつた。

また、従来のNCシステムにおける通信は、第20図に示すように1
15 対の送信制御部、受信制御部を有する構成であり、駆動アンプ・駆動アンプ間のデータの授受ができない（例えば、サーボアンプ62aがNC装置61に送信したデータをサーボアンプ62bまたは主軸アンプ63bでは受信できない）ため、一旦NC装置を経由してデータの授受をしなければならず、高速な軸間補正を行うことができないという問題点が
20 あつた。

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、第1の目的は、数値制御装置と、サーボアンプ、主軸アンプおよびリモートI/Oユニットの内の少なくともいずれか1台以上からなる周辺装置とを、送信用および受信用のデータ伝送ケーブルで構成される通信ケーブルで直列接続し、前記数値制御装置と前記周辺装置との間で時分割通
25 信を行なうことを目的とする。

信を行うようにした数値制御システムにおいて、効率の良い通信が可能な数値制御システムを得るものである。

また、第2の目的は、非常停止信号の通知のための専用の2対のツイストペアケーブルを使用せずに、アラーム、ゲート遮断、非常停止など
5 の非常停止関連情報をリアルタイムで伝送できる数値制御システムを得るものである。

さらに、第3の目的は、スイッチ操作により I.D 番号設定を行わなくとも、局アドレス及び時分割通信の通信時間（送信タイミング）を設定できる数値制御システムを得るものである。

10 また、複数の周辺装置を同期制御することができる数値制御システムを得るものである。

さらに、周辺装置間で通信することができる数値制御システムを得るものである。

15 また、アラーム、ゲート遮断、非常停止などの非常停止関連情報を上流に接続された機器（以下、上流ノードと記す）のみでなく、下流に接続された機器（以下、下流ノードと記す）へも送信できる数値制御システムを得るものである。

また、光伝送モジュールを使用したデータ伝送時、通信制御用バッファ部で書き込みポインタと読み出しポインタとの同期がずれた場合または
20 通信制御用バッファがリセットされた場合においても、読み出しポインタが移動した後のビットパターンが、フラグとなる特定のビットパターンとはならない数値制御システムを得るものである。

また、光伝送モジュールを使用したデータ伝送において、使用頻度の高いスタートフラグに対して1と0のビット数のバランスを取ることにより
25 送受信性能を維持する数値制御システムを得るものである。

発明の開示

- この発明の数値制御システムは、数値制御装置と、サーボアンプ、主軸アンプおよびリモート I/O ユニットの内の少なくともいずれか 1 台以上からなる周辺装置とを、送信用および受信用のデータ伝送ケーブルで構成される通信ケーブルで直列接続し、前記数値制御装置と前記周辺装置との間で時分割通信を行うようにした数値制御システムにおいて、前記数値制御装置と前記周辺装置との間の通信における通信周期を複数のサブ周期に分割し、前記通信周期で処理するデータを、前記分割した複数のサブ周期で処理するようにしたものである。
- また、前記数値制御装置と前記周辺装置との間の通信で使用する通信フレーム中に非常停止情報部を設け、前記複数のサブ周期に分割したデータのそれぞれに非常停止情報部が含まれるようにしたものである。
- さらに、前記数値制御装置および前記周辺装置の受信制御部は、受信エラーがなかった場合には、送信された通信フレームに指定されている局アドレスの如何に関わらず、受信した通信フレーム中の非常停止情報部のチェックを行うようにしたものである。
- さらにまた、前記通信フレーム中にゲート遮断させる系統を指定するゲート遮断系統情報部を設け、前記数値制御装置はゲート遮断を指令する場合に前記ゲート遮断系統情報部にゲート遮断させる系統を指定して前記周辺装置に送信し、また前記周辺装置は受信した通信フレームのゲート遮断系統情報部にて所属する系統がゲート遮断させる系統として指定されている時にゲート遮断することにより、前記周辺装置を指定されたゲート遮断系統毎にゲート遮断するようにしたものである。
- また、この発明の数値制御システムにおける通信タイミングの設定方法は、数値制御装置と、サーボアンプ、主軸アンプおよびリモート I/O ユニットの内の少なくともいずれか 1 台以上からなる周辺装置とを、

送信用および受信用のデータ伝送ケーブルで構成される通信ケーブルで直列接続し、前記数値制御装置と前記周辺装置との間で時分割通信を行うようにした数値制御システムにおける通信タイミングの設定方法において、

- 5 前記数値制御装置は、初期通信時に前記周辺装置に対してポート接続確認コマンドを送信する段階と、
前記周辺装置からポート接続確認コマンド応答およびポート情報コマンドを受信した場合に、このポート情報コマンドに付加されている機種コードの数および機種コードの順番から、前記周辺装置の接続状態を認識
10 して、前記周辺装置の接続数および前記周辺装置の送信タイミングを計算する段階と、
前記計算した接続数および送信タイミングをノード数通知コマンドおよび通信タイミング設定コマンドとして前記周辺装置へ送信する段階と、
を有し、
- 15 また、前記周辺装置は、前記ポート接続確認コマンドを受信した場合に、
前記ポート接続確認コマンド応答を上流ノードへ送信するとともに、前記ポート接続確認コマンドを下流ノードへ送信する段階と、
前記ポート情報コマンドにあらかじめ割り付けられている機種コードを付加して上流ノードへ送信する段階と、
- 20 前記ノード数通知コマンドおよび通信タイミング設定コマンドを受信した場合に、前記ノード数通知コマンドおよび通信タイミング設定コマンドに指定されている前記接続数および送信タイミングを保持する段階と、
を有し、
前記数値制御装置と前記周辺装置との間の初期通信により、前記周辺装置の通信タイミングを自動設定するようにしたものである。
- 25 また、前記周辺装置は、初期通信において前記数値制御装置から送信

された同期フレームを受信した時に、同期信号を出力するとともに、最下流ノードとなる前記周辺装置が前記同期用フレームを受信するまでに要する時間を計算するようにしたものである。

5 さらに、前記周辺装置は、初期通信において前記数値制御装置から送信された接続情報に基き周辺装置間伝送遅延を考慮した送信タイミングを計算するようにしたものである。

さらにまた、前記数値制御装置および前記周辺装置は、ポート1用送信制御部、ポート1用受信制御部、ポート2用送信制御部、ポート2用受信制御部とを有し、

10 前記数値制御装置は、初期通信時において前記周辺装置の接続状態を認識して、前記周辺装置のノード数および前記周辺装置の送信タイミングを計算するとともに、前記周辺装置に対して送信する通信フレームのデータ量と、前記周辺装置が周辺装置間通信で送信する通信フレームのデータ量とから、前記周辺装置の周辺装置間通信における送信タイミングを計算して、前記周辺装置に送信し、

15 前記周辺装置は、初期通信時において前記数値制御装置から送信されるノード数および送信タイミング並びに周辺装置間通信における送信タイミングを保持し、この周辺装置間通信における送信タイミングにより周辺装置間通信を行なうようにしたものである。

20 また、前記数値制御装置および前記周辺装置は、ポート1用送信制御部、ポート1用受信制御部、ポート2用送信制御部、ポート2用受信制御部とを有し、

25 前記周辺装置は、アラーム発生時に前記ポート1用送信制御部より上流に接続された機器にアラーム情報を送信するとともに、前記ポート2用送信制御部より下流ノードにアラーム情報を送信するようにしたものである。

さらに、ポート 1 受信制御部またはポート 2 受信制御部で受信した通信フレームに、アラーム、ゲート遮断、非常停止などの情報が含まれていた場合に、これらの情報をラッチし、ポート 2 送信制御部またはポート 1 送信制御部から送信する通信フレームにこれらの情報を付加するよう 5 にしたものである。

また、光伝送モジュールを使用したデータ伝送時、通信制御用バッファ部で書き込みポインタと読み出しポインタとの同期がずれた場合または通信制御用バッファ部がリセットされた場合は、読み出しポインタが移動した後、最初に出力するビットをフラグとなる特定のビットパターン 10 とはならないように変更するようにしたものである。

また、光伝送モジュールを使用したデータ伝送において、スタートフラグのビットパターンとビット数のバランスを取るためのダミーデータを作成し、このダミーデータをスタートフラグと組み合せて送出するよ うにしたものである。

15

図面の簡単な説明

第 1 図はこの発明の実施の形態 1 に係る N C システムの構成を示す図である。

第 2 図はこの発明の実施の形態 1 に係る N C システム間の通信で使用 20 する通信フレームの構成を示す図である。

第 3 図はこの発明の実施の形態 1 に係る N C システムにおける非常停止情報の流れを示す図である。

第 4 図はこの発明の実施の形態 1 に係る N C システム間の通信を示す図である。

第 5 図はこの発明の実施の形態 2 に係る N C システム間の通信で使用 25 する通信フレームの構成を示す図である。

第 6 図はこの発明の実施の形態 2 に係る N C 装置とサーボアンプの接続を示す図である。

第 7 図はこの発明の実施の形態 3 に係る N C システムにおいて初期通信時に使用するコマンドを示す図である。

5 第 8 図はこの発明の実施の形態 3 に係る N C システムにおける N C 装置側の初期通信時フローチャートである。

第 9 図はこの発明の実施の形態 3 に係る N C システムにおける周辺装置（サーボアンプ、主軸アンプなどの駆動アンプ、リモート I/O ユニット）側の初期通信時フローチャートである。

10 第 10 図はこの発明の実施の形態 3 に係る N C システムにおける周辺装置（サーボアンプ、主軸アンプなどの駆動アンプ、リモート I/O ユニット）側の初期通信時フローチャートである。

第 11 図はこの発明の実施の形態 4 に係る N C システムにおいて光伝送モジュールによるデータ伝送の状態を示す図である。

15 第 12 図はこの発明の実施の形態 5 に係る N C システムにおいてサーボアンプ間通信の通信フレーム送信タイミング設定コマンドを示す図である。

第 13 図はこの発明の実施の形態 5 に係る N C システムにおいて N C 装置からサーボアンプへ送信されるデータの流れを示す図である。

20 第 14 図はこの発明の実施の形態 5 に係る N C システムにおいてサーボアンプから N C 装置へ送信されるデータの流れを示す図である。

第 15 図はこの発明の実施の形態 6 に係る N C システムにおける通信制御部において非常停止関連信号をリレー伝送する機能を示すロジック図である。

25 第 16 図はこの発明の実施の形態 7 に係る N C システムにおいて通信制御用バッファでの不要スタートフラグ出現を防止する機能を示す図で

ある。

第17図はこの発明の実施の形態8に係るNCシステムにおける光伝送モジュールを使用したデータ伝送において、フラグのビット数とのバランスを取るための方法を示す図である。

5 第18図は従来例としてのNC装置の構成を示した図である。

第19図は従来例としてのNC装置、駆動アンプおよびリモートI/Oユニットの接続を示す図である。

第20図は従来例としてのNC装置と駆動アンプとの直列接続を示す図である。

10 第21図は従来例としてのNCシステムの通信（1通信周期）を示す図である。

第22図は従来例としての通信フレームの構成を示す図である。

第23図は従来例としてのNCシステムの通信（1通信周期）を示す図である。

15 第24図は従来例としての光伝送モジュールを使用した通信における通信制御用バッファ部の動作を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

実施の形態1.

20 第1図はこの発明の実施の形態1に係るNCシステムの構成を示す図で、駆動アンプ（サーボアンプ、主軸アンプ）、リモートI/Oユニットを、同一伝送線路に接続して通信を行うものである。図において、1aはNC装置、2aはサーボアンプ、3aは主軸アンプ、4aはリモートI/Oユニット、5はポート1、6はポート2、7は送信用通信ケーブル、8は受信用通信ケーブルである。また、11はNC装置1aを制御するCPU、12はサーボアンプ2aを制御するCPU、13は主軸

アンプ3aを制御するCPU、14はリモートI/Oユニット4aを制御するCPU、15(15a, 15b, 15c, 15d)はポート1(P1)用送信制御部、16(16a, 16b, 16c, 16d)はポート1(P1)用受信制御部、17(17a, 17b, 17c, 17d)はポート2(P2)用送信制御部、18(18a, 18b, 18c, 18d)はポート2(P2)用受信制御部である。
5

第1図に示したNCシステムは、NC装置1aと、サーボアンプ2a、主軸アンプ3aおよびリモートI/Oユニット4aからなる周辺装置とを、送信用データ伝送ケーブル7および受信用データ伝送ケーブル8より構成される1本の共通の通信ラインにより直列接続したものである。
10

第2図はこの発明の実施の形態1に係るNCシステム間の通信で使用する通信フレームの構成を示す図で、通信フレーム中に非常停止情報部を設けることにより、通常の通信伝送路で非常停止信号を伝達するようにしたるものである。图において、84～88は従来例である第22図と同様であり、その説明を省略する。20は非常停止情報部、21は非常停止情報であるEMG、22は非常停止またはサーボオフなどによりゲート遮断するゲート遮断情報であるG OFF、23はアラーム情報であるALMであり、非常停止情報部20はEMG21、G OFF22およびALM23の各情報が含まれる。
15

第3図はこの発明の実施の形態1に係るNCシステムにおける非常停止情報の流れを示す図である。

サーボアンプ2aにアラームALMが入力されると、サーボアンプ2aはアラーム処理を実行するとともに、通信フレームの非常停止情報部20のビット0にALMビットを付加し、NC装置1aに送信する。NC装置1aは受信した通信フレームの非常停止情報部20にALMビットが付加されていた場合には、以後送信する通信フレームの非常停止情
25

報部 20 のビット 2 に EMG ビットを付加し、“EMG 発生”として送信する。NC 装置 1a に接続されているサーボアンプ 2a は、受信した通信フレームの非常停止情報部 20 に EMG ビットが付加されていた場合には、非常停止処理を行う。また、図では NC システムとして NC 装置 5 とサーボアンプの例を示したが、主軸アンプまたはリモート I/O ユニットの場合も同様である。

NC 装置、駆動アンプおよびリモート I/O ユニットのポート 1 (P 1) 用送信制御部 15、ポート 1 (P 1) 用受信制御部 16、ポート 2 (P 2) 用送信制御部 17 およびポート 2 (P 2) 用受信制御部 18 は、
10 受信エラーがなかった (CRC チェック OK) 場合には、送信された通信フレームに指定されている局アドレス 85 の如何に関わらず、受信した通信フレーム中の非常停止情報部 20 に存在する ALM/GOFF/EMG ビットのチェックを行い、“EMG 発生”時には、それぞれ非常停止処理を実行する。

15 受信した通信フレーム中の ALM/GOFF/EMG ビットのチェックを、受信エラーがなかった場合にのみ行うようにしたので、余分なデータ取り込み・バッファリングなしに非常停止情報を伝達し、リアルタイム性を向上させることができる。

20 第 4 図はこの発明の実施の形態 1 に係る NC システム間の通信を示す図で、通常の通信周期であるメイン周期 t_m (1.7 ms) を 16 分割したサブ周期 t_s ($111 \mu s$) でデータを送信するようにしたものである。メイン周期 t_m で送信するデータを 16 分割し、サブ周期 t_s 1 ~ t_s 16 で 16 分割したデータを送信する。また、16 分割したデータのそれぞれに非常停止情報部が含まれる。また、図では NC システム 25 として NC 装置とサーボアンプの例を示したが、主軸アンプまたはリモ

ート I/O ユニットの場合も同様である。

また、従来装置では駆動アンプ（サーボアンプ、主軸アンプ）は N C 装置に対しメイン周期中に 1 度データを送信するようになっていたため、
1 通信周期につき一度しか通知の機会がなかったが、この実施の形態 1
5 ではデータを 16 分割し、分割したデータをサブ周期に 1 回通信する（この時、非常停止情報も同時に送信される）ようにしたので、1 通信周期
内で必要なデータを送りつつ、非常停止情報伝達のリアルタイム性を確
保することができる。

また、上述ではメイン周期を 1.7 ms 周期とし、メイン周期を 16
10 分割した 1.11 μs をサブ周期とした例を示したが、メイン周期および
サブ周期は、N C システムの構成、要求精度および要求仕様等によって
決定されるものであり、上記値に限定されるものではない。

また、上述ではサーボアンプがサブ周期に 1 回データを通信する例を
示したが、更に非常停止情報の伝達を密にし、非常停止のリアルタイム
15 を向上させるために、サブ周期にサーボアンプが複数回データを通信す
るようにしてもよい。

実施の形態 2 .

第 5 図はこの発明の実施の形態 2 に係る N C システム間の通信で使用
20 する通信フレームの非常停止情報部の構成を示す図である。図において、
21 ~ 23 は実施の形態 1 で示した第 2 図と同様であり、その説明を省
略する。24 は非常停止情報部 20 のビット 4 ~ ビット 7 に割り付けられ
れたゲート遮断させる系統を指定できる G O F F 系統情報である。

また、第 6 図はこの発明の実施の形態 2 に係る N C 装置とサーボアン
25 プの接続を示す図で、N C 装置に接続される周辺装置を系統 1 と系統 2
との 2 系統に分けて別々に制御する N C システムの例である。図におい

て、1aはNC装置、2b1, 2b2は系統1を構成するサーボアンプ、
2c1, 2c2は系統2を構成するサーボアンプ、25bは系統1に接続されるGOF检出器、25cは系統2に接続されるGOF检出器である。また、図ではNCシステムとしてNC装置とサーボアンプの例を示したが、主軸アンプまたはリモートI/Oユニットの場合も同様である。

系統2を構成するGOF检出器25cは、ゲート遮断発生時にGOF発生をサーボアンプ2c2へ送信する。系統2を構成するサーボアンプ2c2は、GOF检出器25cよりGOF発生を受信すると、
10 ゲート遮断処理を実行するとともにNC装置へ送信する通信フレームの非常停止情報部20のビット1にGOFビットを、またビット4～ビット7のGOF系情報24に系統2のGOF発生をセットする。
系統2を構成するサーボアンプ2c1は、ビット1のGOF発生およびビット4～ビット7のGOF系情報24に系統2との指示がある
15 ことから、サーボアンプ2c1およびサーボアンプ2c2はゲート遮断処理を実行する。また、GOF检出器25bとともに系統1を構成するサーボアンプ2b1およびサーボアンプ2b2は、受信した通信フレームの非常停止情報部20のビット1はGOF発生であるが、ビット4～ビット7のGOF系情報が系統2との指示であることから、
20 系統1を構成するサーボアンプ2b1およびサーボアンプ2b2はゲート遮断せず、処理を継続する。

実施の形態2は、通信フレームの非常停止情報部20にGOF系情報部を設け、ゲート遮断する系を指定できるようにしたもので、サーボアンプ、主軸アンプおよびリモートI/Oユニットなどの周辺装置に制御系を割り付け、周辺装置は受信した通信フレームの非常停止情報部20のビット1が“GOF発生”であり、かつビット4～ビット7

の G O F F 系統情報に指定されたゲート遮断する系統が割り付けられた制御系統と一致する場合に、ゲート遮断処理を実行するようにした。

上述のように、N C 装置に接続される周辺装置を、あらかじめ同時ゲート遮断の対象となる複数の系統に分けて制御することができるよう 5 したので、N C システム全体をゲート遮断することなく、ゲート遮断の必要となる系統のみをゲート遮断できる（ゲート遮断の不要な他の系統についても運転継続できる）ようになり、N C システムを効率良く運転できる。

10 実施の形態 3 .

また、第 7 図はこの発明の実施の形態 3 に係る N C システムにおいて初期通信時に使用するコマンドを示す図である。図において、3 0 はポート接続確認コマンド、3 1 はポート接続確認コマンド応答、3 2 a はポート情報コマンド、3 2 b はリモート I/O ユニットが付加した I/O コード、3 2 c はサーボアンプが付加したサーボコード、3 2 d は主軸アンプが付加した主軸コードである。また、3 3 a は接続機器数（以下、ノード数と記す）を示すノード数データ 3 3 b、局アドレスデータ 15 3 3 c を有するノード数通知コマンド、3 4 a は受信タイミングを示すデータ 3 4 b、リモート I/O ユニットの送信タイミングを示すデータ 3 4 c、サーボアンプの送信タイミングを示すデータ 3 4 d、主軸アンプの送信タイミングを示すデータ 3 4 e を有する通信タイミング設定コマンドである。

また、第 8 図はこの発明の実施の形態 3 に係る N C システムにおける N C 装置側の初期通信時プローチャート、第 9 図および第 10 図はこの 25 発明の実施の形態 3 に係る N C システムにおける周辺装置（サーボアンプ、主軸アンプなどの駆動アンプ、リモート I/O ユニット）側の初期

通信時フローチャートである。

第7図ないし第10図により、この発明の実施の形態3に係るNCシステムにおける初期通信について説明をする。

NC装置は、第8図に示すステップS1でポート2からポート接続確認コマンド30を周辺装置に送信する。ステップS2でポート2において周辺装置からポート接続確認コマンド応答31を受信したか否かを確認する。ポート接続確認コマンド応答31を未受信の場合には、ステップ3で規定時間経過したかを確認し、規定時間未満であれば、再度ステップS2に戻る。規定時間経過してもポート接続確認コマンド応答31が返って来ない場合には、ステップS4で接続NGとする。

ポート接続確認コマンド応答31を受信した場合は、引き続きステップS5で、ポート2で周辺装置からポート情報コマンド32を受信したかを確認する。ポート情報コマンド32未受信の場合には、ステップS6で規定時間経過したかを確認し、規定時間未満であれば、再度ステップS5に戻る。規定時間経過してもポート情報コマンド32が返って来ない場合には、ステップS7で接続NGとする。

ポート情報コマンド32を受信した場合、ステップS8で、ポート情報コマンドに書かれているI/Oコード、サーボコード、主軸コードおよびその書き込まれている順番から、NC装置に接続されているサーボアンプ、主軸アンプ、リモートI/Oユニットなどの周辺装置の接続状態を認識し、ノード数、局アドレスおよび送信タイミングを計算する。続いてステップS9で、ノード数通知コマンド33aおよび通信タイミング設定コマンド34aを、ポート2から送信する。

25 周辺装置は、第9図に示すステップS10でデータ処理モードをOFFする。ステップS11で、ポート1またはポート2でNC装置からの

ポート接続確認コマンド30を受信したか確認する。ポート接続確認コマンド30未受信の場合には、ステップS12で規定時間経過したかを確認し、規定時間未満であれば、再度ステップS11に戻る。規定時間経過してもポート接続確認コマンド30を受信しない場合には、ステップS13で接続なしと判断する。

ポート接続確認コマンド30受信の場合には、ポート1で受信したかポート2で受信したかを確認し、ポート2でポート接続確認コマンド30を受信した場合は、第10図のステップS30へ進み、ポート1でポート接続確認コマンド30を受信した場合は、ステップS14へ進む。

10 ポート1でポート接続確認コマンド30の受信を確認した場合は、ステップS14で、直ちにポート接続確認コマンド応答31をポート1からNC装置に返信するとともに、ステップS15でポート2からポート接続確認コマンド30を、下流ノードに送信する。

15 ステップS16で、ポート2でポート接続確認コマンド応答31を受信したか否かを確認する。ポート接続確認コマンド応答31未受信の場合には、ステップS17で規定時間経過したかを確認し、規定時間未満であれば、再度ステップS16に戻る。規定時間経過してもポート接続確認コマンド応答31を受信しない場合には、ステップS18でポート1からポート情報コマンド32を送信する。ステップS16およびステップS17で、ポート2で規定時間経過してもポート接続確認コマンド応答31未受信の場合には、ポート2には下流ノードが接続されていないと判断（すなわち、自分が最下流ノードであると認識）する。

20 ステップS19で、ポート2でポート情報コマンド32を受信したかを確認する。ポート情報コマンド32未受信の場合には、ステップS20で規定時間経過したかを確認し、規定時間未満であれば、再度ステップS19に戻る。規定時間経過してもポート情報コマンド32未受信の

場合には、ステップS 2 1で接続NGとする。

ポート2でポート情報コマンド3 2を受信した場合は、ステップS 2 2で、受信したポート情報コマンド3 2の最後尾にコードを付加し、ポート1から送信する。第7図(d)は、リモートI/Oユニット、サーボアンプ、主軸アンプの順に、受信したポート情報コマンド3 2 aに、I/Oコード3 2 b、サーボコード3 2 c、主軸コード3 2 dを付加した状態である。
5

ステップS 2 3で、ノード数通知コマンド3 3 a、通信タイミング設定コマンド3 4 aを受信したかを確認する。ノード数通知コマンド3 3 a、通信タイミング設定コマンド3 4 a未受信の場合は、ステップS 2 4で規定時間経過したかを確認し、規定時間未満であれば、再度ステップS 2 3に戻る。規定時間経過してもノード数通知コマンド3 3 a、通信タイミング設定コマンド3 4 a未受信の場合には、ステップS 2 5で接続NGとする。
10

周辺装置は、ステップS 2 3でノード数通知コマンド3 3 a、通信タイミング設定コマンド3 4 aを受信した場合、自分がNC装置から何番目か、また自分の通信タイミングを知ることができ、割り当てられた局アドレス、受信タイミングおよび送信タイミングをステップS 2 6で保持する。
15

上述において、NC装置が第8図ステップS 8で局アドレスを計算し、ステップS 9で周辺装置にノード数通知コマンド3 3 aとしてノード数データ3 3 b、局アドレスデータ3 3 cを送信する例を示したが、NC装置側では局アドレスを計算せず、ノード数通知コマンド3 3 aとしてノード数データ3 3 bのみを送信し、周辺装置側でノード数データ3 3 bを基に計算しても良い。この場合には、計算した局アドレスをNC装
20
25

置へ送信する必要がある。

また、第10図は、第9図に示すステップS11で、ポート2でポート接続確認コマンド30の受信を確認した場合における周辺装置の処理である。第10図のステップS30～ステップS42は、上述のステップS11で、ポート1でポート接続確認コマンドの受信を確認した場合に分岐したステップS14～ステップS26と、ポート1とポート2との役割は逆となるものの同様の処理であり、その説明は省略する。

実施の形態3においては、上述の第8図～第10図に示したNCシステムを構成するNC装置および周辺装置は初期通信時に上述の第8図～第10図に示したフローチャートにより、周辺装置の接続状態を確認し、局アドレスおよび時分割通信時の通信周期内の送信タイミングを設定するようにしたので、ID設定時の誤設定を防ぐとともに、面倒な作業を省くことができ、さらにID設定用スイッチを省略することができる。

実施の形態4.

第11図はこの発明の実施の形態4に係るNCシステムにおいて光伝送モジュールによるデータ伝送の状態を示す図である。図において、X(X1, X2)はサーボアンプ(#1, #2)がサーボ同期フレームを受信した後、サーボ同期信号を出力するまでのサーボ同期信号出力遅延時間、Y(Y1, Y2, …, Y37)はサーボアンプ(#1, #2, …, #37)がサーボ同期フレームを受信した後、サーボ同期フレーム受信を送信する送信タイミング時間である。また、図ではNCシステムとしてNC装置とサーボアンプの例を示したが、主軸アンプまたはリモートI/Oユニットの場合も同様である。

同期制御を行う場合、サーボアンプは N C 装置から送信される同期信号により同期制御処理を開始する。しかし、光伝送モジュールを使用した直列接続では、N C 装置がサーボ同期フレームを送信してからサーボアンプがサーボ同期フレームを受信するまでの時間は、データ処理伝送による遅延のために、N C 装置から何番目に接続されているかによって同期信号受信時間にタイムラグが発生することになる。

実施の形態 4 に係るサーボアンプの受信制御部は、初期通信時にホスト側となる N C 装置からサーボ同期フレームを受信した後、最下流に接続されているサーボアンプ # 3 7 がサーボ同期フレームを受信するまで 10 を要する時間としてのサーボ同期信号出力遅延時間 X (X 1 , X 2 , … ,) を計算し、以後サーボ同期フレームを受信した場合には、サーボ同期信号出力遅延時間 X だけ遅らせてサーボ同期信号を出力する。また、実施の形態 4 に係るサーボアンプの送信制御部は、初期通信時に得られたノード数通知コマンド 3 3 a から得られた周辺装置の接続情報に基づき、何番目に接続されているか判断して送信タイミング Y (Y 1 , Y 2 , … , Y 3 7) を計算し、サーボ同期フレームを受信した場合に、送信タイミング Y だけ遅らせてサーボ同期フレーム受信を送信する。

例えば、サーボアンプ # 1 の場合は、サーボ同期フレームを受信した後すぐにサーボ同期フレーム受信を送信するが、サーボ同期信号はサーボ同期信号出力遅延時間 X 1 だけ遅らせて出力する。また、最下流に接続されているサーボアンプ # 3 7 の場合は、サーボ同期フレームを受信した後すぐにサーボ同期信号を出力するが、サーボ同期フレーム受信は送信タイミング Y 3 7 だけ遅らせて送信する。

25 実施の形態 4 に係るサーボアンプは、サーボ同期フレームを受信した場合に、最下流に接続されているサーボアンプの受信に合わせてサーボ

同期信号を出力するようにしたので、伝送遅延によるサーボ間同期ずれを補正して同期タイミングを合わせることができ、NCシステムを構成する複数台のサーボアンプの同期処理を行うことができる。また、サーボ同期フレーム受信を初期通信時に得られた周辺装置の接続情報に基づき計算した送信タイミングで送信するようにしたので、データ処理による伝送遅延に起因する送受信タイミングの重なりを防止することができる。

実施の形態5.

- 10 第12図はこの発明の実施の形態5に係るNCシステムにおいてサーボアンプ間通信の通信フレーム送信タイミング設定コマンドを示す図である。図において、35はサーボアンプ#1に対してNC装置から送信されるサーボアンプ間通信フレーム送信タイミング設定コマンドで、35aはサーボアンプ間通信フレーム送信タイミング設定コマンド、35bはサーボアンプ#1向けアドレス、35cは送信タイミング値である。
- 15 また、36はサーボアンプ#2に対してNC装置から送信されるサーボアンプ間通信フレーム送信タイミング設定コマンドで、36aはサーボアンプ間通信フレーム送信タイミング設定コマンド、36bはサーボアンプ#2向けアドレス、36cは送信タイミング値である。
- 20 サーボアンプ間通信を行なう場合には、上述の第8図に示したNC装置側の初期通信時フローチャートにおけるステップS8において、NC装置はNCシステムとして接続されている周辺装置の数および接続順を認識して、受信タイミングおよび送信タイミングを計算するとともに、NC装置からサーボアンプに対して送信する通信フレームのデータ量と、
- 25 サーボアンプ#1がサーボアンプ#2に対して送信する通信フレーム#11のデータ量およびサーボアンプ#2がサーボアンプ#3に対して送

信する通信フレーム # 1 2 のデータ量から、サーボアンプ # 1 が通信フレーム # 1 1 を送信する送信タイミングおよびサーボアンプ # 2 が通信フレーム # 1 2 を送信する送信タイミングを計算し、サーボアンプ間通信フレーム送信タイミング設定コマンド 3 5 , 3 6 をサーボアンプに送
5 信する。

また、上述の第 9 図および第 10 図に示した周辺装置側の初期通信時
フローチャートにおけるステップ S 2 6 において、サーボアンプ間通信
を行なうサーボアンプは、NC 装置から送信される受信タイミングおよ
び送信タイミングを保持するとともに、NC 装置から送信されるサーボ
10 アンプ間通信フレーム送信タイミング設定コマンド 3 5 , 3 6 を保持す
る。

サーボアンプ間通信を行なうサーボアンプは、サーボアンプ間通信フ
レーム送信タイミング設定コマンド 3 5 , 3 6 に基いて、サーボアンプ
間通信を行なうことにより NC 装置からサーボアンプへの通信と重畠さ
15 せることなくサーボアンプ間通信を行なうことができる。

第 13 図はこの発明の実施の形態 5 に係る NC システムにおいて NC
装置からサーボアンプへ送信されるデータの流れを示す図、第 14 図は
サーボアンプから NC 装置へ送信されるデータの流れを示す図である。
図では、NC 装置とサーボアンプ # 1 、サーボアンプ # 2 およびサーボ
20 アンプ # 3 がディジーチェーンで接続された NC システムを例として、
データの流れを説明する。

NC 装置のポート 1 からサーボアンプ # 1 へ通信データを送信する。

サーボアンプ # 1 は、ポート 1 で NC 装置から送信された通信データ
を受信すると、ポート 1 から NC 装置へサーボアンプ # 1 送信フレーム
25 を送信する。続いて、ポート 2 からサーボアンプ # 2 へ NC 装置から送
信された通信データおよびサーボアンプ # 1 からサーボアンプ # 2 への

通信データ # 1 1 を送信する。

サーボアンプ # 2 は、サーボアンプ # 1 経由で N C 装置から送信された通信データおよびサーボアンプ # 1 からの通信データ # 1 1 をポート 1 で受信すると、ポート 1 からサーボアンプ # 1 送信フレームを送信する。5 続いて、ポート 2 からサーボアンプ # 3 へ N C 装置から送信された通信データおよびサーボアンプ # 2 からサーボアンプ # 3 への通信データ # 1 2 を送信する。この時、サーボアンプ # 1 からの通信データ # 1 1 の通信フレームのアドレスがサーボアンプ # 3 をも指定している場合には通信データ # 1 1 をも併せてサーボアンプ # 3 へ送信する。

10 サーボアンプ # 3 は、サーボアンプ # 1 およびサーボアンプ # 2 経由で N C 装置から送信された通信データ、サーボアンプ # 1 からの通信データ # 1 1 およびサーボアンプ # 2 からの通信データ # 1 2 をポート 1 で受信すると、ポート 1 からサーボアンプ # 3 送信フレームをサーボアンプ # 2 へ送信する。

15 サーボアンプ # 2 は、ポート 2 でサーボアンプ # 3 からサーボアンプ # 3 送信フレームを受信した場合には、ポート 1 からサーボアンプ # 3 送信フレームをサーボアンプ # 1 へ送信する。

20 サーボアンプ # 1 は、ポート 2 でサーボアンプ # 2 からサーボアンプ # 2 送信フレームまたはサーボアンプ # 3 送信フレームを受信した場合には、ポート 1 からサーボアンプ # 2 送信フレームまたはサーボアンプ # 3 送信フレームを N C 装置へ送信する。

N C 装置は、ポート 1 でサーボアンプ # 1 から送信されたサーボアンプ # 1 送信フレーム、サーボアンプ # 2 送信フレームおよびサーボアンプ # 3 送信フレームを受信する。

25

上述では、サーボアンプ間通信においては通信フレームのアドレスに

指定されたサーボアンプを対象とした例を説明したが、サーボアンプ間通信を行なうサーボアンプを共通アドレスとしても良い。

実施の形態 5 では、N C 装置を経由しなくともサーボアンプ間の通信を可能としたので、高速な軸間補正ができる。

5 また、従来の光伝送モジュールを使用した通信においては、A LM 情報は通信接続の上流方向しか伝送されないため、アラームが発生したサーボアンプより通信接続の下流のサーボアンプはこの A LM 情報を受信できず、一旦 N C 装置がこの A LM 情報を受信した後に送信される通信フレームによって A LM 情報を確認していたが、実施の形態 5 ではアラームが発生したサーボアンプより通信接続の下流方向となるサーボアンプへも迅速に A LM 情報を伝送することができる。

10 15 また、上述ではサーボアンプ間通信について説明したが、サーボアンプ、主軸アンプ、リモート I/O ユニット等 N C ユニットを構成する周辺装置間通信についても同様であり、説明を省略する。

15 駆動アンプ（サーボアンプ、主軸アンプ）とリモート I/O ユニットとの間の通信が可能となるので、駆動アンプがリモート I/O ユニットのデータを直接取り込んで高速に処理を行うことができる。

20 実施の形態 6 .

第 15 図はこの発明の実施の形態 6 に係る N C システムにおける通信制御部において非常停止関連信号をリレー伝送する機能を示すロジック図である。

25 ポート 1 受信制御部／ポート 2 受信制御部で受信した通信フレームに非常停止関連情報（R x 1 - A LM / R x 2 - A LM、R x 1 - G O F F / R x 2 - G O F F、R x 1 - E M G / R x 2 - E M G）が含まれて

いた場合に、ALM出力、GOF出力、EMG出力などの出力処理をする。また、非常停止関連情報（Rx1-ALM/Rx2-ALM、Rx1-GOFF/Rx2-GOFF、Rx1-EMG/Rx2-EMG）をラッピング（ALM1/ALM2、GOFF1/GOFF2、EMG1/EMG2）し、ALM入力、GOF入力、EMG入力などの非常停止関連情報とともに、ポート2送信制御部/ポート1送信制御部から送信する通信フレームに非常停止情報（Tx1-ALM/Tx2-ALM、Tx1-GOFF/Tx2-GOFF、Tx1-EMG/Tx2-EMG）を附加する。

10

従来の光伝送モジュールを使用した通信では、ALM、GOFF、EMGなどの非常停止関連信号を送受信する時に、ある駆動アンプで非常停止関連情報がデータ処理中にノイズによるビットこけ等の伝送異常があった場合には、その通信周期内に非常停止関連情報がNC装置まで伝わらず、非常停止が遅延することがあったが、実施の形態6では、上述のように非常停止情報をリレー伝送するようにしたので、伝送異常による非常停止情報の伝達遅延のリスクを低減することができる。

15

実施の形態7。

20

第16図はこの発明の実施の形態7に係るNCシステムにおいて通信制御用バッファでの不要スタートフラグ出現を防止する機能を示す図である。

25

従来例としての光伝送モジュールを使用した通信において、有効データをデータ処理している時に、フラグとなる特定のビットパターンが誤って発生しないようにするために、1回の送信フレームのデータ数をボインタの追い越し現象が起きない程度の量に制限するとともに、フレー

ムのフラグ受信毎に書き込みポインタを読み込みポインタから 16 ビット離すといった方法を使用していた。しかし、アイドル中のダミーデータのデータ処理に関しては、ダミーデータ数制限が困難なため、フラグとなる特定のビットパターンが誤って発生しないようにする対策が困難で
5 あった。

例えは、図 (a) に示すように、フラグとなる特定のビットパターンが “0 1 1 1 1 1 1 0” で、“0 1 1 0 1 1 0 1 0 0 1 1” というビット構成のデータを読み込んでいる時に、読み出しポインタの移動があり、“0 0 1” というビット構成を飛ばして、次に読み込むデータが “1 1 1 0” というビット構成であった場合には、ビット構成が “0 1 1 1 1 1 0” とフラグとなる特定のビットパターンとなり、フラグとして
10 判断してしまう。

実施の形態 7 においては、通信制御用バッファ部（図示せず）のビット F I F O の読み出しポインタが、書き込みポインタを追い越したり、あるいは書き込みポインタが読み出しポインタを追い越したり、あるいは通信制御用バッファがリセットされた場合は、読み出しポインタが移動した後、最初に出力するビットをフラグとなる特定のビットパターンとはならないように変更するようにしたものである。例えは、図 (b) に示すように、読み出しポインタが移動した場合に結合したビットパターンが “0 1 1 1 1 1 1 0” とフラグとなる特定のビットパターンになってしまふ場合は、ビットを “0” にすることにより、フラグとなる特定のビットパターンでないビットパターンに変更する。
20

アイドル中のダミーデータのデータ処理に関しても、誤ってフラグとなるビットパターンが発生しないようにすることができる。

第17図はこの発明の実施の形態8に係るNCシステムにおける光伝送モジュールを使用したデータ伝送において、フラグのビット数とのバランスを取るための方法を示す図である。

図(a)はスタートフラグのビットパターンが“00111110”
5 で、送信フレームの先頭と末尾に配するダミーデータが“011000
1101”の場合に、スタートフラグを送出後、スタートフラグとのビット数のバランスを取る(スタートフラグ+ダミーデータで“1”と“0”的数が同数とする)ためにビットパターンを“0010010010”としたダミーデータを送出するようにしたものである。

10 また、図(b)はスタートフラグのビットパターンが“001111
110”で、送信フレームの先頭と末尾に配するダミーデータが“01
10001101”的場合に、スタートフラグとビット数のバランスを取る(スタートフラグ+ダミーデータで“1”と“0”的数が同数とする)ためのダミーデータとの組み合わせを複数個(図においては3組)送出
15 するようにしたものである。

実施の形態8では、スタートフラグとビット数のバランスを取るためにダミーデータと組み合わせて送出するようにしたので、容易にフラグによる1通信周期中の“1”、“0”的出現率のアンバランス化を解決することができ、受信データのデータ成分・クロック成分が正常に抽出できる。
20

産業上の利用可能性

以上のように、本発明は、数値制御装置と、サーボアンプ、主軸アンプおよびリモートI/Oユニットの内の少なくともいずれか1台以上からなる周辺装置とを有する数値制御システムにおける装置間を高速にかつ効率良く通信でき、かつ接続されている周辺装置の自動認識を実現で
25

3 4

きるので、構成する周辺装置の多い数値制御システムにおいて用いられるのに適している。

5

10

15

20

25

請求の範囲

1. 数値制御装置と、
5 サーボアンプ、主軸アンプおよびリモート I/O ユニットの内の少なくともいざれか 1 台以上からなる周辺装置とを、
送信用および受信用のデータ伝送ケーブルで構成される通信ケーブルで直列接続し、
前記数値制御装置と前記周辺装置との間で時分割通信を行うようにした
10 数値制御システムにおいて、
前記数値制御装置と前記周辺装置との間の通信における通信周期を複数のサブ周期に分割し、前記通信周期で処理するデータを、前記分割した複数のサブ周期で処理するようにしたことを特徴とする数値制御システム。
- 15 2. 前記数値制御装置と前記周辺装置との間の通信で使用する通信フレーム中に非常停止情報部を設け、前記複数のサブ周期に分割したデータのそれぞれに非常停止情報部が含まれるようにしたことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の数値制御システム。
- 20 3. 前記数値制御装置および前記周辺装置の受信制御部は、受信エラーがなかった場合には、送信された通信フレームに指定されている局アドレスの如何に関わらず、受信した通信フレーム中の非常停止情報部のチェックを行うようにしたことを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の数値制御システム。
- 25 4. 前記通信フレーム中にゲート遮断させる系統を指定するゲート遮断系統情報を設け、前記数値制御装置はゲート遮断を指令する場合に前記ゲート遮断系統情報をゲート遮断させる系統を指定して前記周辺装

置に送信し、また前記周辺装置は受信した通信フレームのゲート遮断系統情報部にて所属する系統がゲート遮断させる系統として指定されている時にゲート遮断することにより、前記周辺装置を指定されたゲート遮断系統毎にゲート遮断するようにしたことを特徴とする請求の範囲第2
5 項に記載の数値制御システム。

5. 数値制御装置と、
サーボアンプ、主軸アンプおよびリモートI/Oユニットの内の少なくともいずれか1台以上からなる周辺装置とを、
送信用および受信用のデータ伝送ケーブルで構成される通信ケーブルで
直列接続し、

前記数値制御装置と前記周辺装置との間で時分割通信を行うようにした
数値制御システムにおける通信タイミングの設定方法において、
前記数値制御装置は、初期通信時に前記周辺装置に対してポート接続確
認コマンドを送信する段階と、

15 前記周辺装置からポート接続確認コマンド応答およびポート情報コマン
ドを受信した場合に、このポート情報コマンドに付加されている機種コ
ードの数および機種コードの順番から、前記周辺装置の接続状態を認識
して、前記周辺装置の接続数および前記周辺装置の送信タイミングを計
算する段階と、

20 前記計算した接続数および送信タイミングをノード数通知コマンドおよ
び通信タイミング設定コマンドとして前記周辺装置へ送信する段階と、
を有し、

また、前記周辺装置は、前記ポート接続確認コマンドを受信した場合に、
前記ポート接続確認コマンド応答を上流ノードへ送信するとともに、前
記ポート接続確認コマンドを下流ノードへ送信する段階と、
25 前記ポート情報コマンドにあらかじめ割り付けられている機種コードを

付加して上流ノードへ送信する段階と、

前記ノード数通知コマンドおよび通信タイミング設定コマンドを受信した場合に、前記ノード数通知コマンドおよび通信タイミング設定コマンドに指定されている前記接続数および送信タイミングを保持する段階と、

5 を有し、

前記数値制御装置と前記周辺装置との間の初期通信により、前記周辺装置の通信タイミングを自動設定するようにしたことを特徴とする、数値制御システムにおける通信タイミングの設定方法。

6. 前記周辺装置は、初期通信において前記数値制御装置から送信された同期フレームを受信した時に、同期信号を出力するとともに、最下流ノードとなる前記周辺装置が前記同期用フレームを受信するまでに要する時間を計算するようにしたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の数値制御システム。

7. 前記周辺装置は、初期通信において前記数値制御装置から送信された接続情報に基き前記周辺装置間伝送遅延を考慮した送信タイミングを計算するようにしたことを特徴とする請求の範囲第6項に記載の数値制御システム。

8. 前記数値制御装置および前記周辺装置は、ポート1用送信制御部、ポート1用受信制御部、ポート2用送信制御部、ポート2用受信制御部とを有し、

前記数値制御装置は、初期通信時において前記周辺装置の接続状態を認識して、前記周辺装置のノード数および前記周辺装置の送信タイミングを計算するとともに、前記周辺装置に対して送信する通信フレームのデータ量と、前記周辺装置が周辺装置間通信で送信する通信フレームのデータ量とから、前記周辺装置の周辺装置間通信における送信タイミングを計算して、前記周辺装置に送信し、

前記周辺装置は、初期通信時において前記数値制御装置から送信されるノード数および送信タイミング並びに周辺装置間通信における送信タイミングを保持し、この周辺装置間通信における送信タイミングにより周辺装置間通信を行なうようにしたことを特徴とする請求の範囲第6項。

5 記載の数値制御システム。

9. 前記数値制御装置および前記周辺装置は、ポート1用送信制御部、ポート1用受信制御部、ポート2用送信制御部、ポート2用受信制御部とを有し、

10 前記周辺装置は、アラーム発生時に前記ポート1用送信制御部より上流に接続された機器にアラーム情報を送信するとともに、前記ポート2用送信制御部より下流に接続された機器にアラーム情報を送信するようにしたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の数値制御システム。

11. ポート1受信制御部またはポート2受信制御部で受信した通信フレームに、アラーム、ゲート遮断、非常停止などの情報が含まれていた場合に、これらの情報をラッチし、ポート2送信制御部またはポート1送信制御部から送信する通信フレームにこれらの情報を附加するようにしたことを特徴とする請求の範囲第9項に記載の数値制御システム。

12. 光伝送モジュールを使用したデータ伝送時、通信制御用バッファ部で書込みポインタと読み出しポインタとの同期がずれた場合または通信制御用バッファがリセットされた場合は、読み出しポインタが移動した後、最初に出力するビットをフラグとなる特定のビットパターンとはならないように変更するようにしたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の数値制御システム。

13. 光伝送モジュールを使用したデータ伝送において、スタートフラグのビットパターンとビット数のバランスを取るためのダミーデータを作成し、このダミーデータをスタートフラグと組み合せて送出するよう

にしたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の数値制御システム。

5

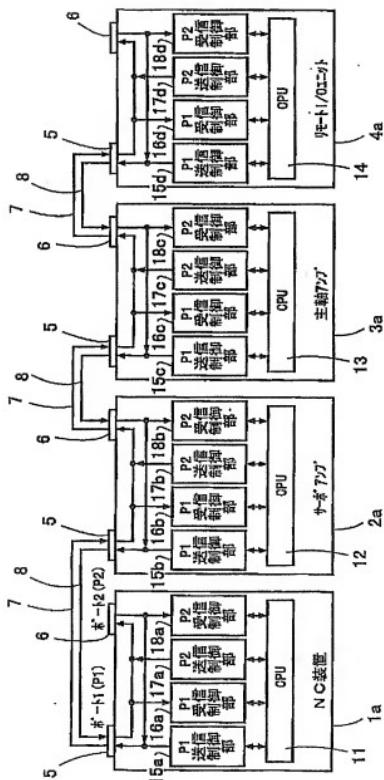
10

15

20

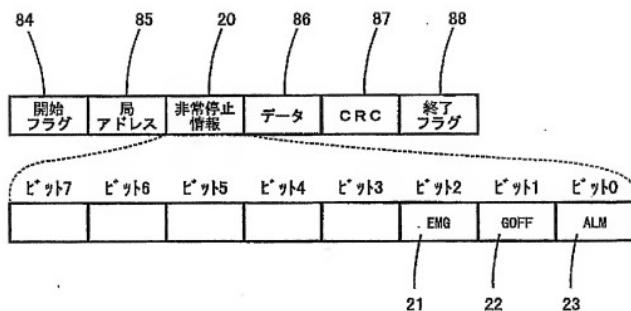
25

第1図

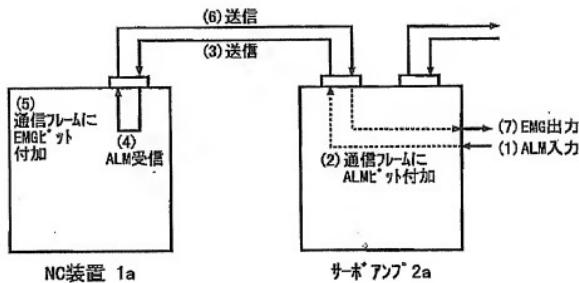


2/24

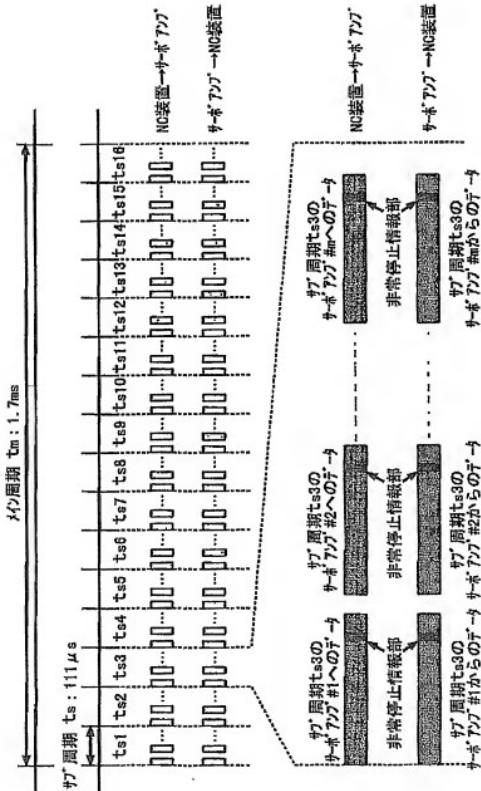
第2図



第3図

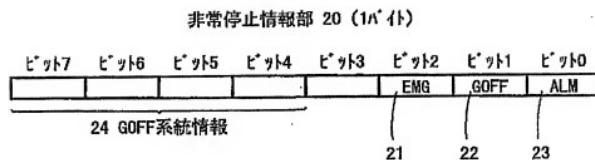


第4回

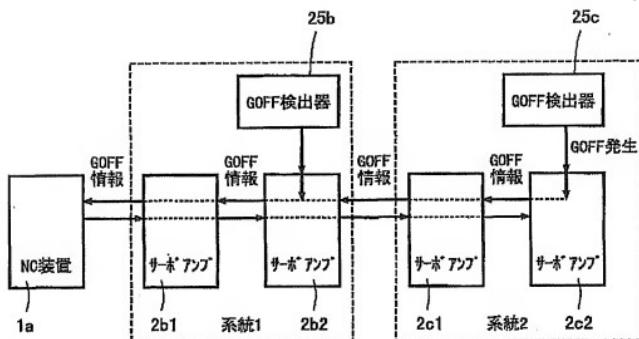


5/24

第5図

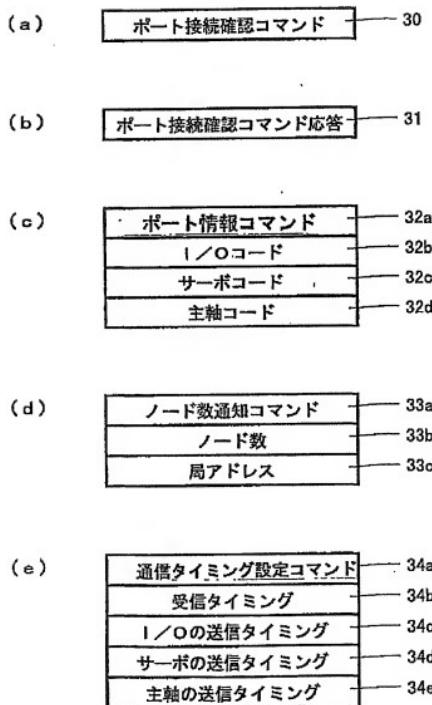


第6図



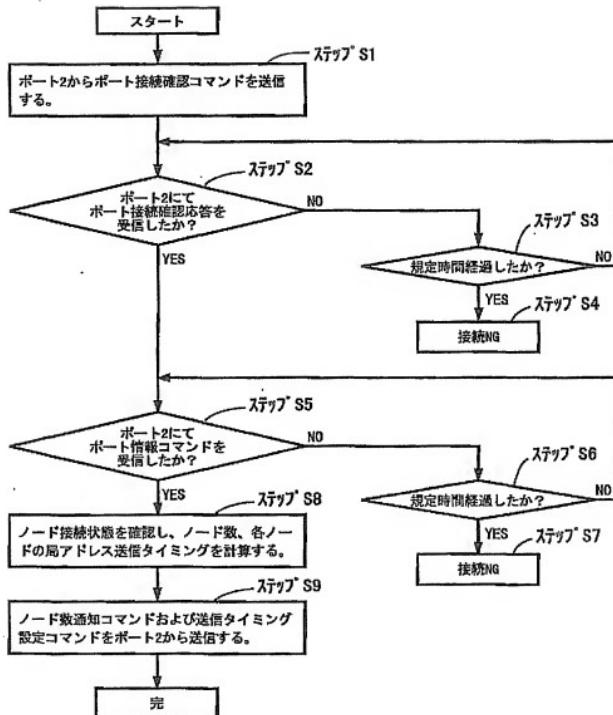
7/24

第7図



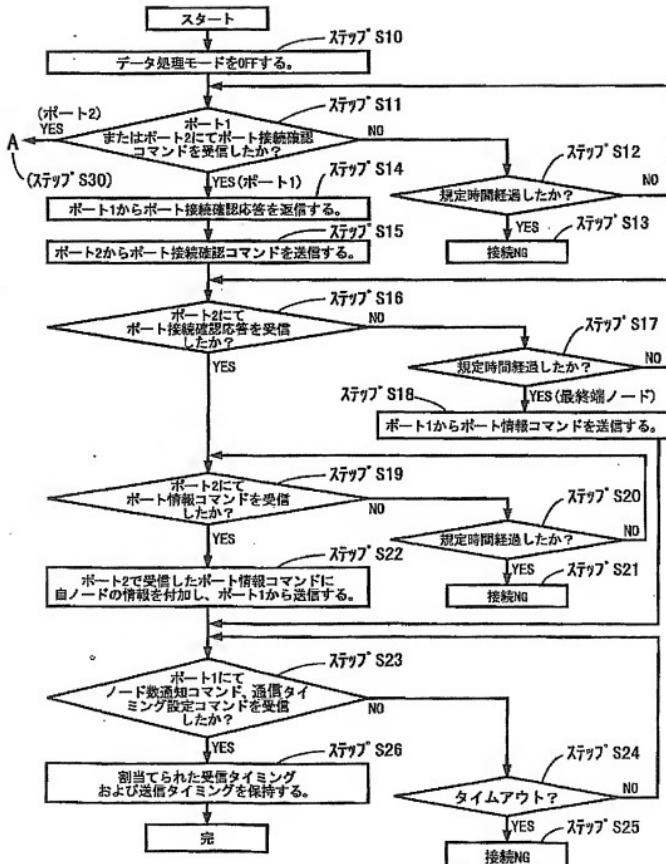
8/24

第8図



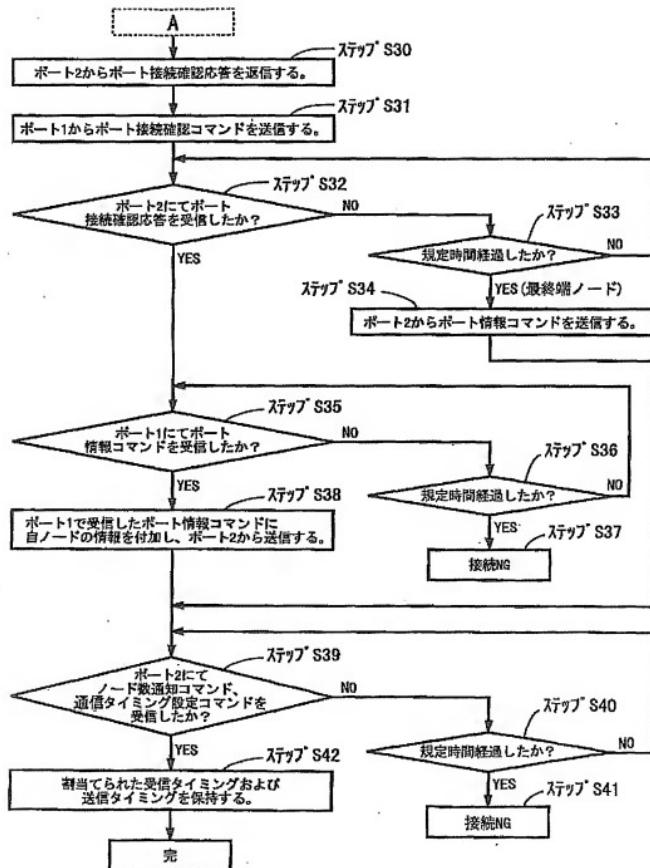
9/24

第9図



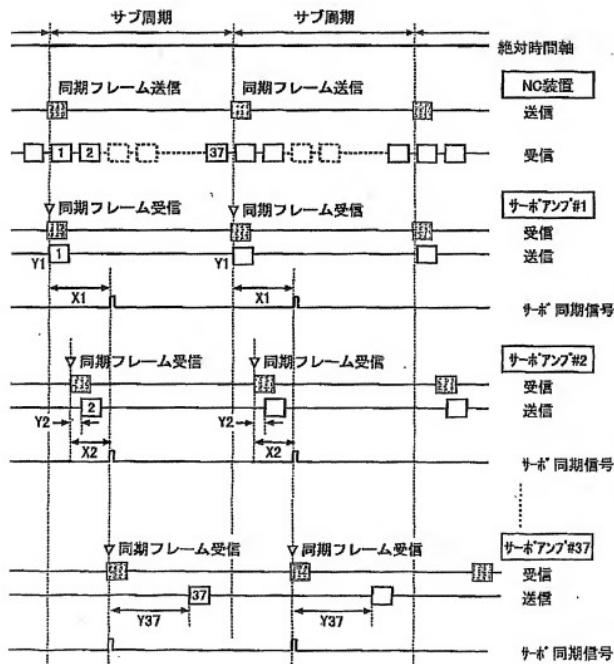
10/24

第10図



11/24

第11図

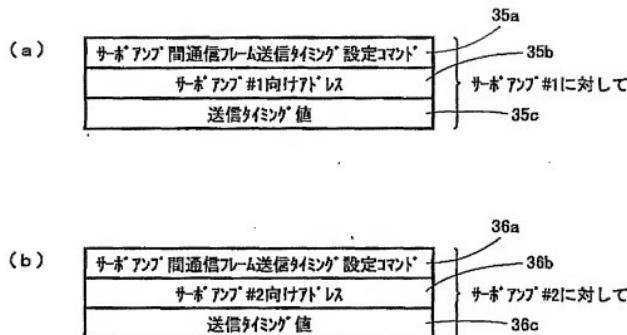
 X_n : サーボnのサーボ同期信号

出力遅延設定時間

 Y_n : サーボnの送信タイミング設定

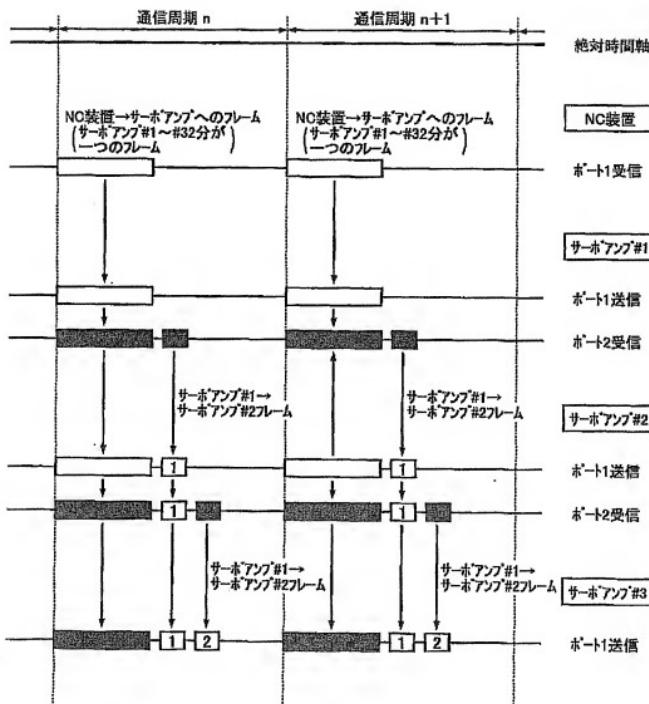
12/24

第12図

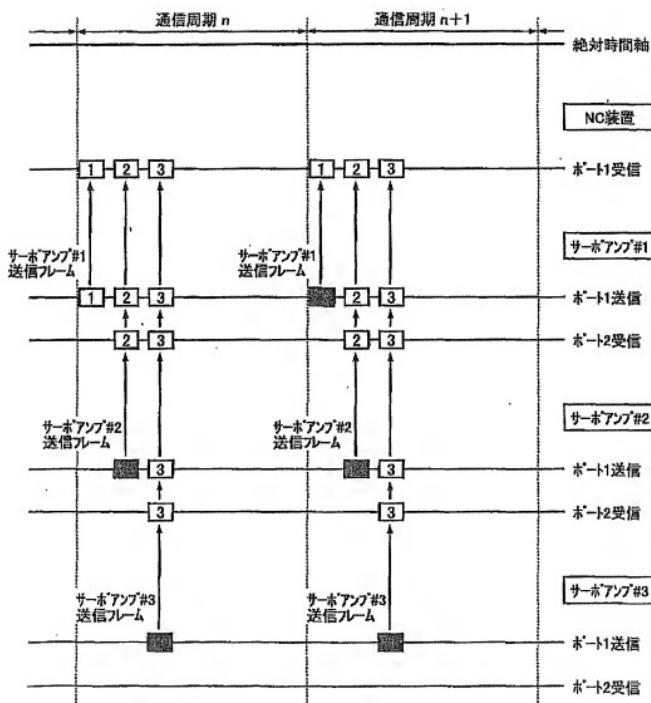


13/24

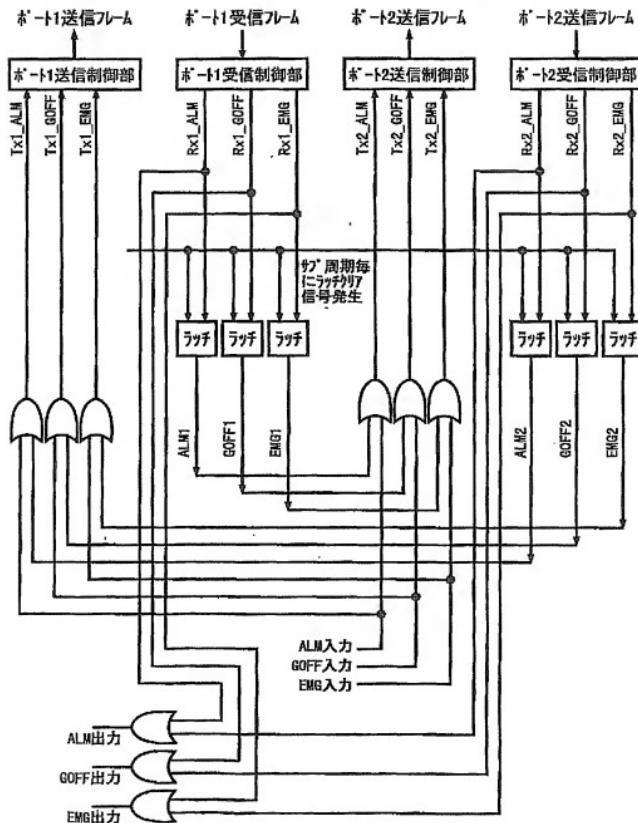
第13図



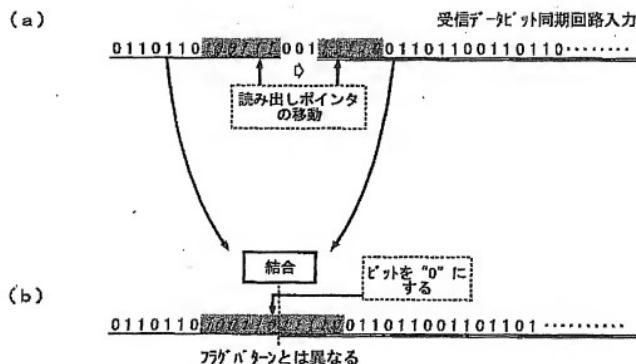
第14図



第15図



第16図



17/24

第17図

(a)

タ'ミーテ'ータ	スタートフラグ"	転送データ			エンド'フラグ"	タ'ミーテ'ータ
0110001101	0011111110	0010010010	01	01	0111110000 0101001101

↓

スタートフラグ"とのビ'ットバ'ランスのためのタ'ミーテ'ータ

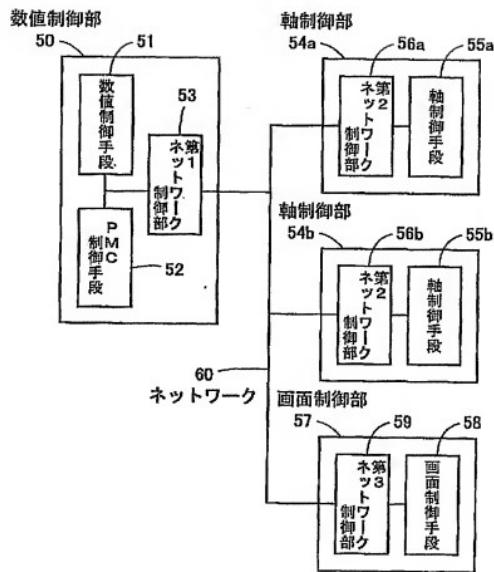
(b)

タ'ミーテ'ータ	スタートフラグ"	スタートフラグ"	スタートフラグ"	転送データ
0110001101	0011111110	0010010010	0011111110	0010010010 0011111110 0010010010 0

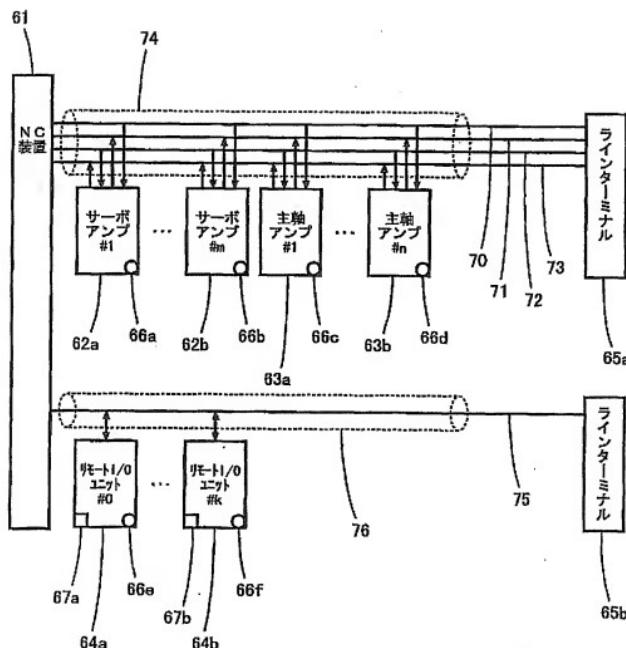
↓

スタートフラグ"とのビ'ットバ'ランスのためのタ'ミーテ'ータ

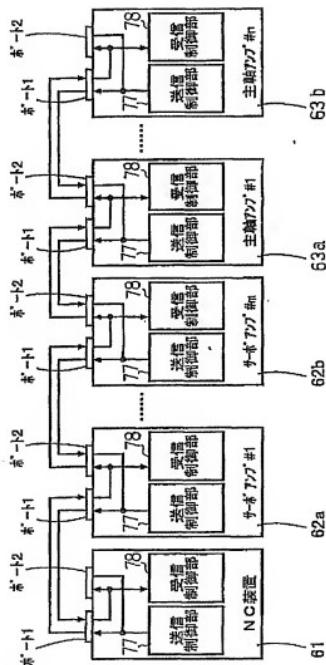
第18図



第19図

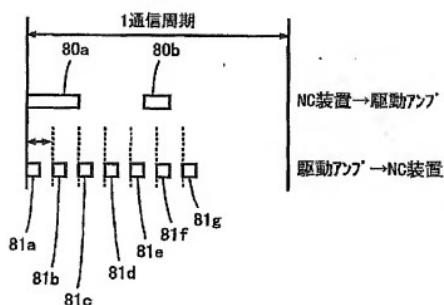


第20図

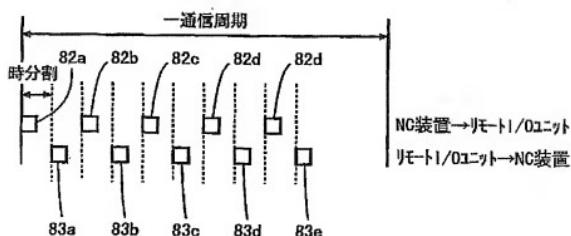


第21図

(a)

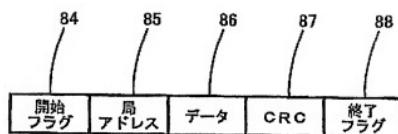


(b)



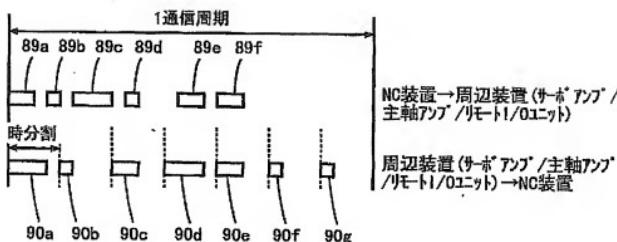
22/24

第22図



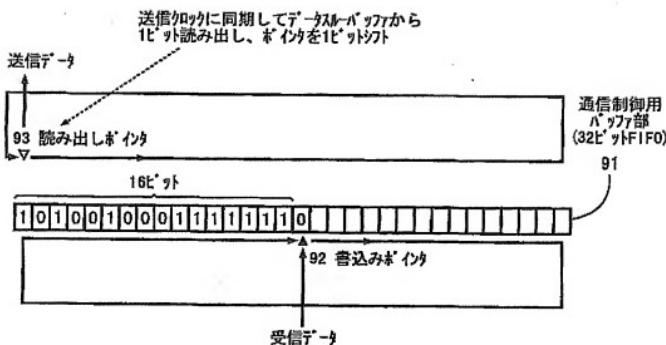
23/24

第23図



24/24

第24図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G05B 19/414, 19/418

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHEDMinimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G05B 19/414, 19/418Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Tokoku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Tokoku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-83215 A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 31 March, 1998 (31.03.98), Par. Nos. 23 to 24; Fig. 2 (Family: none)	1-4, 9-12
A	JP 11-231923 A (FANUC LTD), 27 August, 1999 (27.08.99), Par. No. 32 (Family: none)	1-4, 9-12
A	JP 11-17712 A (Mitsubishi Electric Corporation), 22 January, 1999 (22.01.99) & DE, 19756918, A	5-8

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "B" earlier document but published on or after the international filing date
- "C" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "D" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "E" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 August, 2000 (14.08.00)Date of mailing of the international search report
22 August, 2000 (22.08.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))
Int. C17 G05B 19/414, 19/418

B. 調査を行った分野
調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))
Int. C17 G05B 19/414, 19/418

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2000年
日本国登録実用新案公報 1994-2000年
日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース'(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリーエ	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 10-83215, A (松下電器産業株式会社) 31.3月.1998(31.03.98), 段落23-24, 第2図 (ファミリーなし)	1-4, 9-12
A	JP, 11-231923, A (ファナック株式会社) 27.8月.1999(27.08.99), 段落32 (ファミリーなし)	1-4, 9-12
A	JP, 11-17712, A (三菱電機株式会社) 22.1月.1999(22.01.99) & DE, 19756918, A	5-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリーエ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示す
もの

「B」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日
以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行
日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する
文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって
て出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の
理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明
の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上
の文献との、当業者にとって自明である組合せに
よって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 14.08.00

国際調査報告の発送日 22.08.00

国際調査機関の名称及び先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員) 3C 9032

平田 信勝



電話番号 03-3581-1101 内線 3324